

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-4287

(43) 公開日 平成7年(1995)1月10日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/04	3 8 5 . Z	8011-3G		
B 0 1 D 53/32		8014-4D		
F 0 2 B 31/00	Q	7541-3G		
F 0 2 D 41/40	D	8011-3G		
43/00	3 0 1 N			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平4-263570
(22) 出願日 平成4年(1992)10月1日

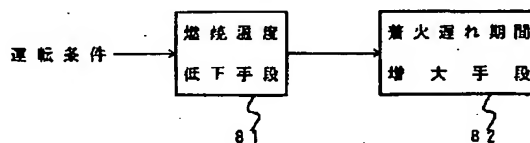
(71) 出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(72) 発明者 木村 修二
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(74) 代理人 弁理士 後藤 政喜 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジンの制御装置

(57) 【要約】

【目的】 EGR装置などにより吸気の酸素濃度が大幅に低くなり、燃焼温度が低下するときは、着火遅れ期間を大幅に長くすることにより、吸気の酸素濃度が大幅に低くなる運転域でNO_xとスモークの各濃度をともに低減させる。

【構成】 燃焼温度低下手段81ではエンジンの運転条件に応じて燃焼温度を低下させる。この場合に、燃焼温度が低くなる運転域になると、着火遅れ期間増大手段82が着火遅れ期間を大幅に長くする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンの運転条件に応じてエンジンの燃焼温度を低下させる手段と、燃焼温度が低くなる運転域で着火遅れ期間を大幅に長くする手段とを設けたことを特徴とするディーゼルエンジンの制御装置。

【請求項2】 前記燃焼温度低下手段は、吸気の酸素濃度を低減させる手段であることを特徴とする請求項1に記載のディーゼルエンジンの制御装置。

【請求項3】 前記着火遅れ増大手段は、燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせる手段であることを特徴とする請求項1に記載のディーゼルエンジンの制御装置。

【請求項4】 燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせるときは吸気を過給する手段を設けたことを特徴とする請求項3に記載のディーゼルエンジンの制御装置。

【請求項5】 燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせるときはスワールを強化する手段を設けたことを特徴とする請求項3に記載のディーゼルエンジンの制御装置。

【請求項6】 前記酸素濃度低減手段は、少なくとも2つに分岐された一方の分岐管を流れる吸気から酸素を除去する酸素除去フィルターと、このフィルターの設けられる分岐通路への吸気流量を調整する流量制御弁と、この制御弁を運転条件に応じて制御する手段とからなることを特徴とする請求項2に記載のディーゼルエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明はディーゼルエンジンの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 排気ガス中の有害成分であるNO_xの発生を抑制するために、吸気管に不活性の排出ガスを再循環させる、いわゆるEGR (Exhaust Gas Recirculation) 装置が周知である。このEGR装置では、EGR通路（排出ガスの一部を吸気管に戻すための通路）にEGR弁を装着しておき、EGRの必要な領域でEGR弁を開いて一定量の排出ガス（EGRガス）を吸入空気に混合させることにより燃焼時の最高温度を下げるのである。

【0003】 ところで、EGR率（＝（EGR量／新気量）×100）【％】が大きくなると、スモークの排出濃度が増す。このため、特開昭60-162018号公報では、EGR率が大きくなるのに合わせてスワールを強化している。

【0004】 これは、EGR率が大きくなると、スワールを強くして燃焼時の空気と燃料のミキシング（交じり具合）を改善することで、スモークを低減しようというのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の装置では、EGR率を大幅に高めたときのスモークの

増大を抑えることまでは困難である。

【0006】 たとえば図22にEGR率に対するNO_xとスモークの各濃度を示すと、EGR率の増加とともに、NO_x濃度は大きく減少していくのに反し、スモーク濃度が急激に大きくなっている。この場合に、スワール比SRを大きくすると、一般的にスモーク濃度を小さくできるのであるが、それでもEGR率の高い領域になると、スモーク濃度の限界値を超えている。スワールによるスモーク濃度の低減効果は、拡散燃焼時の空気と燃料の拡散速度を速めることにより得られるため、高EGR率によって酸素濃度が低い状況下になると、空気中の酸素不足によりその効果はあまり大きくないのである。なお、スワール比SRは

$$SR = V_c / N$$

ただし、V_c；スワール流れ切線方向回転速度

N；エンジン回転速度

により定義される値である。

【0007】 また、スワール比SRを大きくすると、NO_x濃度も大きくなっている。

【0008】 そこでこの発明は、EGR装置などにより吸気の酸素濃度が大幅に低くなり、燃焼温度が低下するときは、着火遅れ期間を極端に長引かせることにより、燃焼温度が低くなる運転域でNO_xとスモークをともに低減させることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 第1の発明は、第1図に示したように、エンジンの運転条件に応じてエンジンの燃焼温度を低下させる手段81と、燃焼温度が低くなる運転域で着火遅れ期間を大幅に長くする手段82とを設けた。

【0010】 第2の発明は、前記燃焼温度低下手段81は、吸気の酸素濃度を低減させる手段である。

【0011】 第3の発明は、前記着火遅れ増大手段82は、燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせる手段である。

【0012】 第4の発明は、第3の発明において、燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせるときは吸気を過給する手段を設けた。

【0013】 第5の発明は、第3の発明において、燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせるときはスワールを強化する手段を設けた。

【0014】 第6の発明は、第2の発明の酸素濃度低減手段は、少なくとも2つに分岐された一方の分岐管を流れる吸気から酸素を除去する酸素除去フィルターと、このフィルターの設けられる分岐通路への吸気流量を調整する流量制御弁と、この制御弁を運転条件に応じて制御する手段とからなる。

【0015】

【作用】 燃焼温度が低くなる運転域になると、NO_x濃度は減少するもののスモーク濃度が急激に上昇する。

【0016】この運転域で、第1の発明により着火遅れ期間が大幅に長くされると、NO_x濃度だけでなく、スモーク濃度もともに小さくなる。これは、通常のディーゼル燃焼は、着火遅れ期間に形成される予混合気が一気に燃え上がる初期燃焼と、この燃焼に引き続いて起こり、その燃焼速度が燃料と空気の拡散速度によって制限をうける拡散燃焼（主燃焼）とからなるが、着火遅れ期間が大幅に長くされると、燃焼のほとんどが予混合気燃焼となり、スモークが発生しにくくなるからであると思われる。

【0017】第2の発明で吸気の酸素濃度が低くなると燃焼温度が低下し、第3の発明で燃料の噴射時期が上死点後まで極端に遅らされると、着火遅れ期間が大幅に長くなる。

【0018】ところで、第3の発明において、燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせると、吸気の酸素濃度が低減し、燃焼温度が低くなる運転域でNO_x濃度、スモーク濃度をともに低減できるものの、その一方で酸素の絶対量が不足するため、HC濃度が上昇する傾向にある。

【0019】これに対して、第4の発明で吸気が過給されると酸素濃度は低減するものの酸素の絶対量が確保され、また第5の発明でスワールが強化されることによって燃焼が改善されるため、HC濃度が大幅に低減される。

【0020】第2の発明において、吸気の酸素濃度をEGR装置によって低減させるとすれば、排気中のカーボンによって吸気バルブがスティックすることがある。

【0021】これに対して、第6の発明によれば、EGR装置のように排出ガスを吸気中に還流する必要がないため、排気中のカーボンによる吸気バルブのスティックを防止することができ、また高温の排気による吸気温度の上昇によるNO_x濃度の上昇が抑制される。

【0022】

【実施例】図2において、21はエンジン本体、23は吸気管、25は排気管、26は排気管25と吸気管23とを連通するEGR通路、27は制御負圧に応動するダイヤフラム式のEGR弁である。

【0023】28は負圧制御弁で、コントロールユニット31からのデューティ信号に応じて負圧源からの一定負圧を3段階に調整する。たとえば、負圧調整弁28へのOFFデューティ（一定周期のOFF時間割合）が最大値で一定負圧がそのままEGR弁27に導入されるときは、排出ガスの50%が還流される。これはEGR率が100%に相当する。OFFデューティが段階的に小さくなると、EGR弁27への制御負圧の減少によりEGR弁開度が小さくなってEGR流量が少なくなる。つまり、OFFデューティを小さくするとEGR率が60%、30%と小さくなる。

【0024】こうして得られる3段階のEGR率は、運転条件に対して図3のように設定している。図におい

て、中回転・中負荷域と低回転の全負荷域でEGR率は100%である。これらの運転域では、スモークの発生がほぼ0に抑えられるため、EGR率を高くしてもスモークの吸気管23への流入によって引き起こされる吸気バルブのスティックなどが発生しないからである。これに対して、高回転・高負荷域においては、燃焼期間が長びいてスモークの発生を完全に抑えることができないため、さらには排気温度の上昇およびEGR流量の増大で吸気温度が上昇し、EGRによるNO_x低減の効果が減少することなどのため、EGR率を60%、30%と段階的に減少させている。

【0025】EGR率をエンジンの運転条件に応じて制御するため、マイコンからなるコントロールユニット31が設けられ、コントロールユニット31では、アクセル開度（アクセルペダル開度）を検出するセンサ32、エアフローメータ33からの信号と、後述するリファレンスパルス、スケールパルスにもとづいてEGR流量を段階的に制御する。

【0026】エンジンの発生するトルクとエンジン回転数に対して図3に示したEGR率（目標EGR率）の特性が得られるように、アクセル開度（エンジン負荷相当量）Accとエンジン回転数Neをパラメータとするマップ（図示せず）を設定しておき、このマップをルックアップして、そのときの目標EGR率を求める。これとエアフローメータ流量（新気量）とからEGR流量をEGR流量=エアフローメータ流量×目標EGR率…①により計算し、この流量のEGRガスが流れるように負圧制御弁28へのOFFデューティを決定するのである。

【0027】一方、燃料噴射ポンプ20の具体的な構造を図4に示すと、これは燃料の噴射時期と燃料の噴射量が電子制御される分配型の燃料噴射ポンプで、公知である。

【0028】図4において、4はエンジン21の出力軸と連結される駆動軸、2はこの駆動軸4により駆動されるベーン型のフィードポンプで、図示しない燃料入口からフィードポンプ2により吸引された燃料はハウジング1内のポンプ室5に供給され、ポンプ室5に開口する吸込通路6を介してプランジャポンプ3のプランジャ室12に送られる。

【0029】駆動軸4の一端（図で右端）には、プランジャ7の左端に固設されたフェイスクム9のツメ9aが軸方向に摺動自在に連結され、このツメ9aを介して、フェイスクム9およびプランジャ7が、駆動軸4と同一軸線上に位置するとともに、プランジャ7については軸方向に変位可能に構成される。

【0030】前記駆動軸4とフェイスクム9との連結部外周には、複数のローラ11を担持するローラホルダ10が駆動軸4と同心に配置され、またフェイスクム9には気筒数に対応した数の不等速度カムをなすカム面9b

が形成されており、このカム面9bは、スプリング15によりローラ11に圧接されている。

【0031】プランジャ7には、その先端にエンジンのシリンダと同数の吸込溝8が形成され、カム面9bが駆動軸4とともに回転しながらローラホルダ10に配設されたローラ11を乗り越えて所定のカムリフトだけ往復運動すると、吸込溝8からプランジャ室12に吸引された燃料が、プランジャ室12に通じる図示しない各気筒毎の分配ポートからデリバリバルブを通して噴射ノズルへと圧送される。

【0032】13は、プランジャ室12と低圧のポンプ室5とを連通する燃料戻し通路で、この燃料戻し通路13には駆動回路からの信号（駆動パルス）によりエンジンの運転条件に応じて駆動される高速応動型の電磁弁14が介装される。この電磁弁14は燃料制御のために設けられるもので、プランジャ7の圧縮行程中に電磁弁14を閉じると燃料の噴射が開始され、電磁弁14を開くと噴射が終了する。つまり、電磁弁14の開弁時期により燃料の噴射開始時期が、その閉弁期間に応じて噴射量が制御される。

【0033】ところで、EGR率を大きくするとNO_x濃度を低減できるものの、その一方でスモーク濃度が急激に上昇する。この場合に、スワールを強化することによって拡散燃焼時のミキシングを向上させるだけの対策だと、高EGR率でのスモーク濃度が不十分にしか低減されない。

【0034】これに対処するため、コントロールユニット31では、高EGR率の運転域になると、着火遅れ期間が極端に長くなるように燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせる。EGR率の特性（図3）と対比させて、図5に燃料の噴射時期の特性を示すと、低回転域での中負荷から高負荷にかけての運転域で噴射時期を上死点後（+4ATDCと+2ATDC）にするのである。これは、噴射時期の大幅な遅延によって吸気をより低温状態にし、予混合気燃焼の比率を増大させることによって、スモークの発生を抑制するためである。

【0035】図5において中回転から高回転での中高負荷域になると、エンジン回転数の増加とともに噴射時期を進めている。これは着火遅れの時間が一定であっても、着火遅れクランク角度（着火遅れ時間をクランク角度に換算した値）がエンジン回転数の増加に比例して大きくなるので、どんな回転数においても着火時期をほぼ一定に保つため、回転数の増加に伴い噴射時期を進めるのである。たとえば、1200rpmで1msecは7.2°のクランク角度に相当するが、3倍の3600rpmになると1msecは2.4°のクランク角度である。つまり1200rpmと3600rpmとで着火時期を同じにするには、3600rpmの回転数では1200rpmのときより噴射時期を約5°進角する必要があるのである。

【0036】一方、図5においてスモークの発生しない低負荷域ではスモーク発生を抑制する必要がないことおよび炭化水素HCの急増を抑制することのため噴射時期を高負荷域より進めている。これは、燃焼室壁温が低くなる低負荷域で高負荷域と同じ噴射時期にすると、着火遅れ期間が長びくことに起因して着火時期が遅れ燃焼温度が低下するためかえってHC濃度が大きくからである。

【0037】図5に示した噴射時期が得られるように、コントロールユニット31では図4の電磁弁14の開くタイミング（噴射時期相当量）を制御する。

【0038】図6は燃料の噴射時期と噴射期間（噴射量）を制御するための流れ図で、一定周期で実行する。

【0039】まず、エンジン回転数Ne、アクセル開度Acc、冷却水温TWおよび燃料温度TFを読み込む（図6のステップ1）。なお、エンジン回転数Neは、リファレンスパルス（噴射ポンプ20の1回転当たり1個のパルス）とスケールパルス（噴射ポンプ20の1回転当たり36個のパルス）から計算する。冷却水温TWと燃料温度TFは各センサ34、35で検出している。

【0040】読み込まれたエンジン回転数Neとアクセル開度Accからは燃料の基本噴射時期Itmと燃料の基本噴射期間Avmの各マップをそれぞれルックアップして求める（図6のステップ2）。

【0041】基本噴射時期Itmのマップは、図5の噴射時期特性が得られるようにアクセル開度Accとエンジン回転数Neをパラメータとして定めたマップ（図示せず）である。基本噴射期間Avmは、図7のようにアクセル開度Accが大きくなるほど長くしている。

【0042】一方、燃料温度TFと冷却水温TWからは噴射時期補正量ΔItmを求め、これを基本噴射時期Itmに加算することによって噴射時期を補正する（図6のステップ3、4）。

【0043】噴射時期補正量ΔItmは2つの補正量ΔItm₁、ΔItm₂の和で、図8が燃料温度補正量ΔItm₁の特性、図9が水温補正量ΔItm₂の特性である。いずれの特性においても低温になるほど進角補正量を大きくするのは、低温になるほど燃焼速度が遅くなるからである。言い換えると温度補償を行うのである。

【0044】こうして得た噴射時期IT（=Itm+ΔItm）と基本噴射期間Avmとは所定のアドレスに格納する（図6のステップ5）。この噴射時期ITで上記の電磁弁14が閉じられ、その閉弁タイミングより基本噴射期間Avmが経過したタイミングで電磁弁14が開かれるのである。

【0045】ここで、この例の作用を図10を参照しながら説明する。

【0046】同図は燃料の噴射時期を上死点前にした場合と上死点後にした場合のEGR率に対するNO_xとスモークの各濃度特性を示し、上死点前の噴射時期（IT

= -4 ATDC) ではEGR率が高くなるのに伴い、 NO_x 濃度は減少するもののスモーク濃度が急激なカーブで上昇している。

【0047】これに対して、上死点後の噴射時期(IT = +4 ATDC)になると、スモーク濃度までが低下傾向を示している。スモーク濃度がこのように減少するのは、図中に示した熟発生パターンをみれば分かるように、噴射時期の極端な遅延と高EGR率の組み合わせにより、着火遅れ期間が大幅に長くなり、燃焼の大半が予混合気燃焼になっているためと思われる。つまり、EGR率があまり高くはない従来例で噴射時期を上死点後まで遅らせたのでは、図11に示したようにスモーク濃度の上昇傾向を抑制することはできないのであるが、この例では燃焼の大半が予混合気燃焼となるため、高EGR率の運転域でもスモーク濃度を大幅に低減できるのである。

【0048】図10には上死点後のクランク角度が4度の例で示しているが、予混合気燃焼と拡散燃焼の臨界点はエンジンの機種により異なるので、上死点後何度にするかはエンジンごとにマッチングにより定めることになる。

【0049】また、図12に燃料消費率の特性を示すと、この例での噴射時期の遅延により等容度は悪化するものの、その一方で燃焼温度の低下によって冷却損失が大幅に低減するため、噴射時期を遅延させるからといって燃料消費率が悪化することはない。なお、等容度とは仕事変換効率を意味させており、仕事変換率は $\text{仕事変換効率} = \text{図示仕事} / \text{熟発生量} = \text{図示効率} / (1 - \text{冷却損失})$ により定義される値のことである。

【0050】また、この例では燃料温度や冷却水温が低くなるほど噴射時期を進角補正することで温度補償を行い、これによって低温時にも高温時と同じ着火時期が得られる。

【0051】図13は第2実施例で、これはEGR装置に加えて、機械式の過給機42や可変プーリ43などからなる過給装置41と、スワール比を制御する装置とを設けたものである。

【0052】EGRガスの合流後の吸気通路23に設けられる過給機42は、エンジンのクランクシャフトに固定されるプーリ45、可変速プーリ43、2つのプーリにかけ回されるベルト44を介してエンジン21と連結されており、可変速プーリ43がコントロールユニット51からの信号により図示しないアクチュエータを介してプーリ外形を変化させると、エンジン21と過給機42の速度比が大きくなったり小さくなったりする。

【0053】コントロールユニット51では両者のこの速度比を制御して全回転域で400~500mmHgとほぼ一定の過給圧を保つ。速度比の特性を図14に示すと、エンジン回転数が低いときは3対1と速度比を大き

くして過給機42の回転数を上げることで過給圧を高め、高回転域になると、EGR率が低くなりHc濃度も減少し、また筒内最高圧力も上昇するため、速度比を1対1と小さくして過給圧を上げないようにするのである。

【0054】また、排出ガスの混入した吸気が過給機42に流入すると、排気中のカーボンなどによりスティックが発生するので、これを防止するため、過給機42にはブレードの剛性が高く、ケーシングと線で接するスクリュウ式のものが用いられている。

【0055】一方、回転ブレード方式のスワール制御装置は、図15と図16のように、いわゆるヘリカル型の吸気ポート46(略直線状の吸気路46aと吸気弁軸回りの渦巻状路46bとで形成される)の渦巻状路46bの近くに位置して回転自在に設けられる回転ブレード47と、このブレード47に連結させたリンク機構49、このリンク機構49を駆動するアクチュエータ48からなり、ブレード47の回転位置でスワール比の調整が可能である。たとえば、図15のブレード位置で高スワール比となり、ブレード47が図16の位置までくると低スワール比になる。この回転ブレード方式はレスポンスも早く、広範囲でスワール制御が可能である。そのため、スワール比に敏感に反応するHcの制御に適している。

【0056】運転条件に対するスワール比の特性を図17に示すと、低回転になるほどスワール比を高くしている。高回転域では高スワール比に伴う体積効率の低下があらわになるし、噴射圧の高圧化による燃焼改善がスワールの必要性を弱めることから、回転数が大きくなるほど段階的にスワール比を減少させるのである。

【0057】なお、可変スワール用のアクチュエータ48は、図示しないが2ステージスプリング付きのダイヤフラム式アクチュエータと、このアクチュエータに負圧源からの一定負圧に大気を希釈することにより3段階に制御負圧を作り出す負圧制御弁とから構成する。

【0058】コントロールユニット51では、図17に示したスワール比が得られるように、エンジン回転数N_eとアクセル開度A_{cc}に対して割り付けたスワール比(基本スワール比)のマップ(図示せず)をルックアップして基本スワール比を求め、このスワール比に応じて負圧制御弁の開度V_bを読みだし、これを所定のアドレスに格納する(図18のステップ11~14)。

【0059】図19に、EGR率に対するHc、スモーク、 NO_x の各濃度特性を示す。図に示した記号R、R+C、R+C+Sは

R; 燃料の噴射時期を上死点後に遅延させたもの(先の実施例に相当)、R+C; Rに過給を加えたもの、R+C+S; Rに過給とスワール制御を加えたもののことである。ただし、過給圧は400~500mmHgでスワール比は5の例である。

【0060】先の実施例ではHCについて述べなかったが、高EGR率と噴射時期の極端な遅延の組み合わせにより燃焼温度が低くなり、NO_x濃度、スモーク濃度はともに大幅に低減できるものの、その一方で酸素の絶対量が不足し、図19のRで示したようにHC濃度が上昇傾向にある。このHC濃度の上昇を抑えるため、先の実施例では図2に示したように、排気管25に従来使用されている酸化触媒40を装着しなければならなかった。

【0061】これに対して、この実施例では図19のように高EGR率の運転域でNO_x、スモーク濃度に加えて、HC濃度をも大幅に低減できている。つまり、この実施例では先の実施例で装着された酸化触媒40が必要でない。低回転域での過給によって酸素の絶対量が確保されるのに加えて、スワール強化により燃焼が改善されるため、酸化触媒を使用せずに規制値をクリアできるレベルにまでHC濃度を大幅に低減できるのである。

【0062】図20は第3実施例で、この実施例は、EGR装置により不活性のEGRガスを吸気管に導入することで吸気中の酸素濃度を減少させる代わりに、酸素除去フィルター（酸素貧化膜ともいわれる）を用いて吸気中の酸素濃度を減少させるようにしたものである。

【0063】図20において、吸気通路23は、機械式過給機42の下流で2つに分岐され、一方の分岐通路61に酸素除去フィルター63が設けられる。酸素除去フィルター63はたとえば中空糸を用いて窒素と酸素の分子の大きさの違いにより、酸素は通過させるものの窒素は通過させない構造のものが公知である。フィルター63により除去された酸素は連絡通路64を介して排気通路25に捨てられる。

【0064】このフィルター63の設けられる側の分岐通路61を流れる吸気流量を調整するため、分岐部に流量制御弁65が設けられる。流量制御弁65は、図示しないバタフライ弁とこのバタフライ弁の開度位置をコントロールユニット71からの信号に応じて3段階に調整する電磁弁とから構成され、バタフライ弁が全閉位置にあるときは吸気の全量が分岐通路51に導かれ、バタフライ弁の開度が増すごとに分岐通路51に導かれる吸気流量が減少する。つまり、分岐通路51に100%の吸気を流すと吸気の酸素濃度が15%となり、分岐通路52にバイパスさせる吸気流量を増加させることで17%、19%と段階的に吸気の酸素濃度が増加していく（大気中の酸素濃度は21%である）。

【0065】こうして得られる3段階の酸素濃度は、運転条件に対して図21のように設定している。この酸素濃度の段階的特性はEGR率の段階的特性（図3）に対応する。酸素濃度が15%、17%、19%の各状態はそれぞれEGR率100%、60%、30%に相当するわけである。

【0066】このため、過給圧が400mmHgのもとで酸素濃度を15%まで低減できるように酸素除去フ

ィルター63の膜の量を設定している。なお、酸素除去フィルター63の入口圧が400mmHgとなるように過給機42を用いて過給圧一定制御を行うことはいうまでもない。

【0067】この例によれば、酸素除去フィルター63と流量制御弁65が、第2実施例のEGR装置と同様に働く。EGR装置との違いは、排出ガスを吸気中に還流する必要がないことである。このため、排気中のカーボンによって吸気バルブや過給機42がスティックすることがなく、また高温の排気による吸気温度の上昇によるNO_xの増加も抑制することができる。

【0068】燃焼温度を低下させるには、EGR装置や酸素除去フィルターを用いて吸気の酸素濃度を低減させるほかに、圧縮比を小さくしたり、吸気をあらかじめ冷却することなどが考えられる。

【0069】

【発明の効果】第1の発明では、エンジンの運転条件に応じてエンジンの燃焼温度を低下させる手段と、燃焼温度が低くなる運転域で着火遅れ期間を大幅に長くする手段とを設けたため、スモーク濃度を上昇させることなくNO_x濃度を低減できる。

【0070】第2の発明は、前記燃焼温度低下手段は、吸気の酸素濃度を低減する手段であるため、第1の発明と同様の効果が生じる。

【0071】第3の発明は、前記着火遅れ増大手段は、燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせる手段であるため、第1の発明と同様の効果が生じる。

【0072】第4の発明は、第3の発明において、燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせるときは吸気を過給する手段を設けたため、第3の発明の効果に加えて、HC濃度をも大幅に低減できる。

【0073】第5の発明は、第3の発明において、燃料の噴射時期を上死点後まで遅らせるときはスワールを強化する手段を設けたため、スモーク濃度とHC濃度を上昇させることなく、NO_x濃度を低減できる。

【0074】第6の発明は、第2の発明の酸素濃度低減手段は、少なくとも2つに分岐された一方の分岐管を流れる吸気から酸素を除去する酸素除去フィルターと、このフィルターの設けられる分岐通路への吸気流量を調整する流量制御弁と、この制御弁を運転条件に応じて制御する手段とからなるため、排気中のカーボンによる吸気バルブのスティックを防止できるとともに、高温の排気による吸気温度の上昇によるNO_x濃度の上昇を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明のクレーム対応図である。

【図2】一実施例の概略構成図である。

【図3】EGR率の特性図である。

【図4】燃料噴射ポンプの断面図である。

【図5】噴射時期の特性図である。

【図6】前記実施例の噴射時期と噴射期間の制御を説明するための流れ図である。

【図7】基本噴射期間 A_{vm} の特性図である。

【図8】燃料温度補正量 ΔI_{tm1} の特性図である。

【図9】燃料温度補正量 ΔI_{tm2} の特性図である。

【図10】EGR率に対するスモークと NO_x の各濃度特性図である。

【図11】噴射時期に対するスモークと NO_x の各濃度特性図である。

【図12】EGR率に対する冷却損失、等容度、燃料消費率の各特性図である。

【図13】第2実施例の概略構成図である。

【図14】エンジン回転数に対する速度比の特性図である。

【図15】高スワール時の回転ブレード位置を示す斜視図である。

【図16】低スワール時の回転ブレード位置を示す斜視図である。

【図17】スワール比の特性図である。

【図18】スワール比の制御を説明するための流れ図である。

【図19】EGR率に対するHC、スモーク、 NO_x の各濃度特性図である。

【図20】第3実施例の概略構成図である。

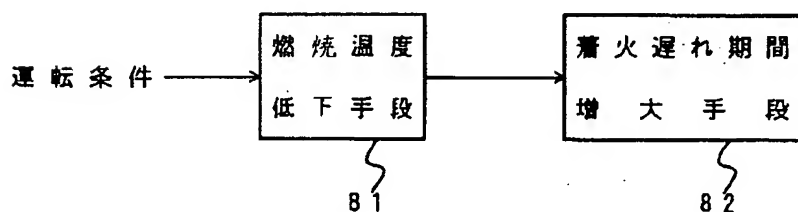
【図21】運転条件に対する酸素濃度の特性図である。

【図22】従来例のEGR率に対するスモーク、 NO_x の各濃度特性図である。

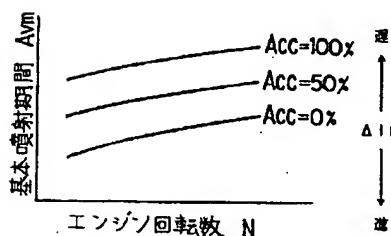
【符号の説明】

- 20 燃料噴射ポンプ
- 23 吸気管
- 25 排気管
- 26 EGR通路
- 27 EGR弁
- 28 負圧制御弁
- 31 コントロールユニット
- 41 過給装置
- 42 機械式過給機
- 47 回転ブレード
- 48 アクチュエータ
- 51 コントロールユニット
- 61, 62 分岐通路
- 63 酸素除去フィルター
- 65 流量制御弁
- 71 コントロールユニット
- 81 燃焼温度低下手段
- 82 着火遅れ期間増大手段

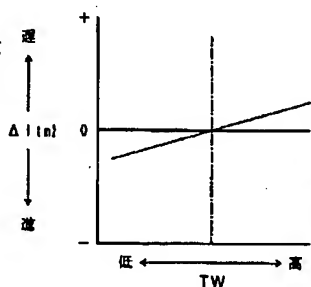
【図1】



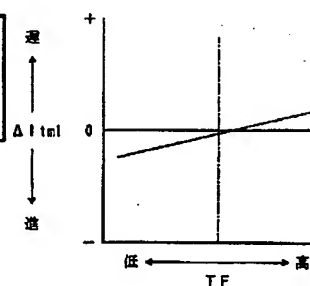
【図7】



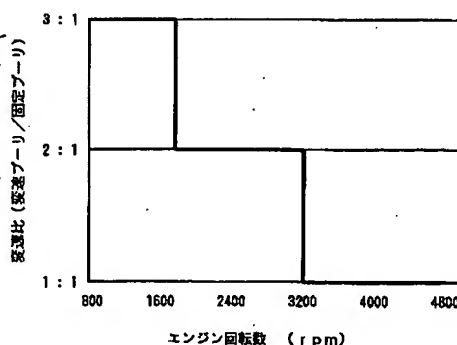
【図9】



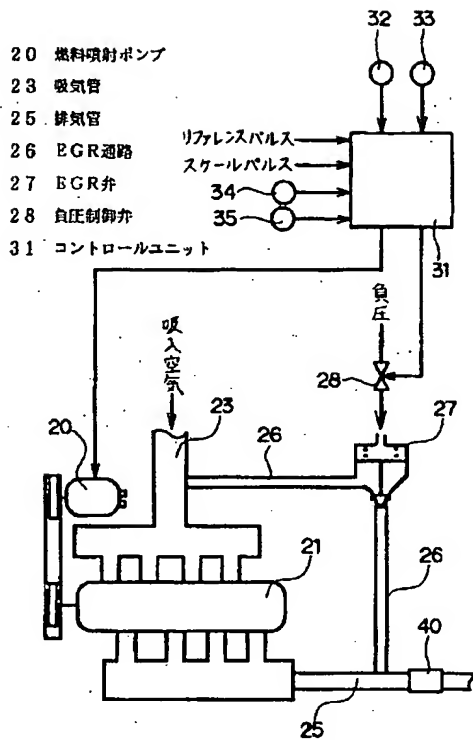
【図8】



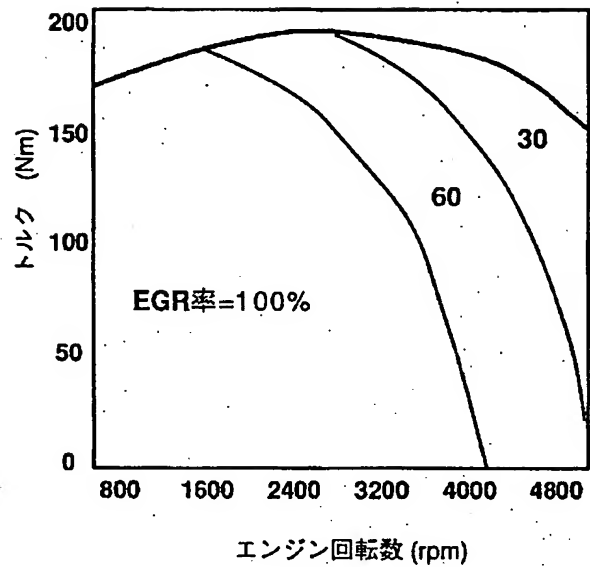
【図14】



【図2】

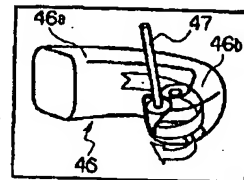


【図3】

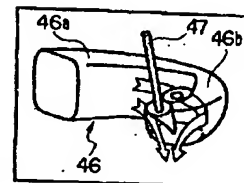
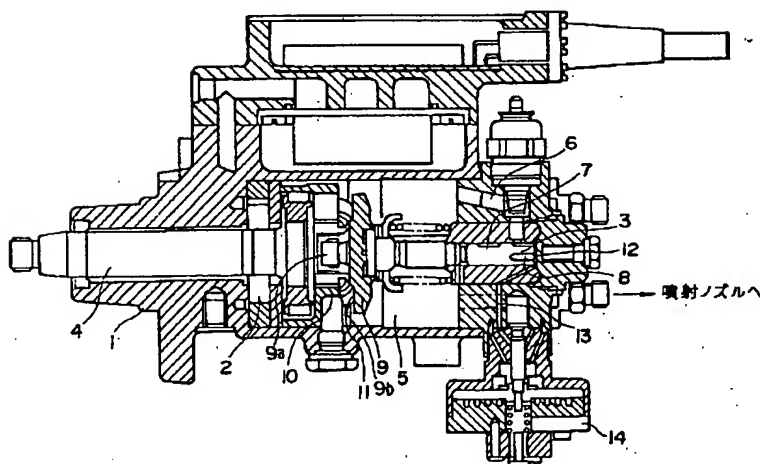


【図15】

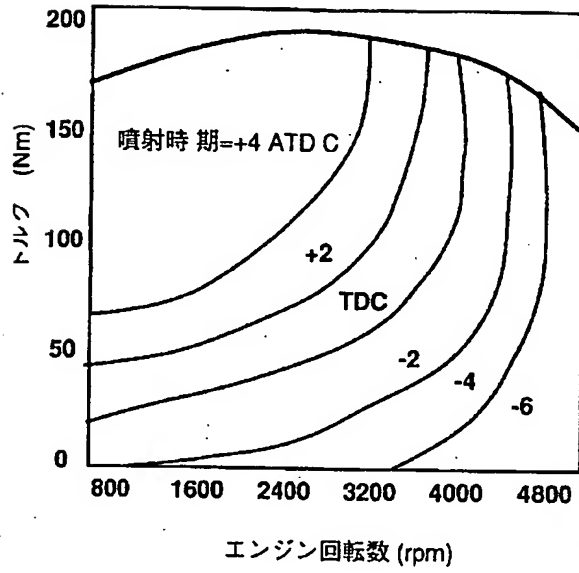
【図4】



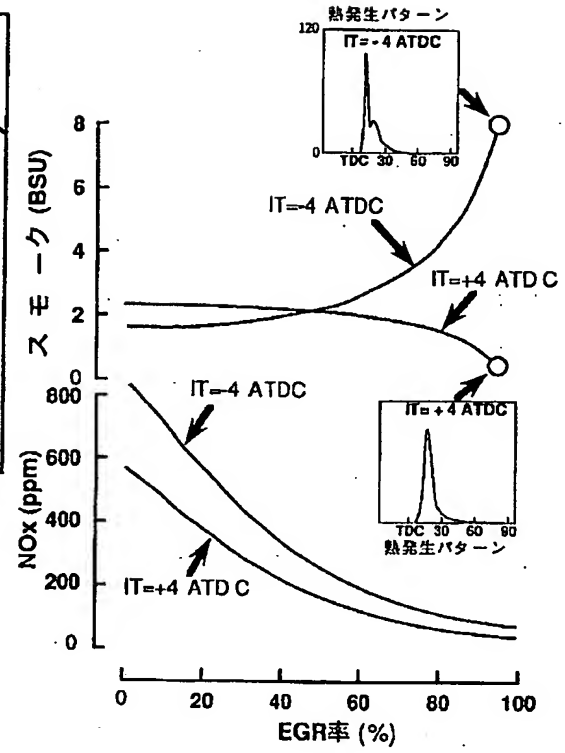
【図16】



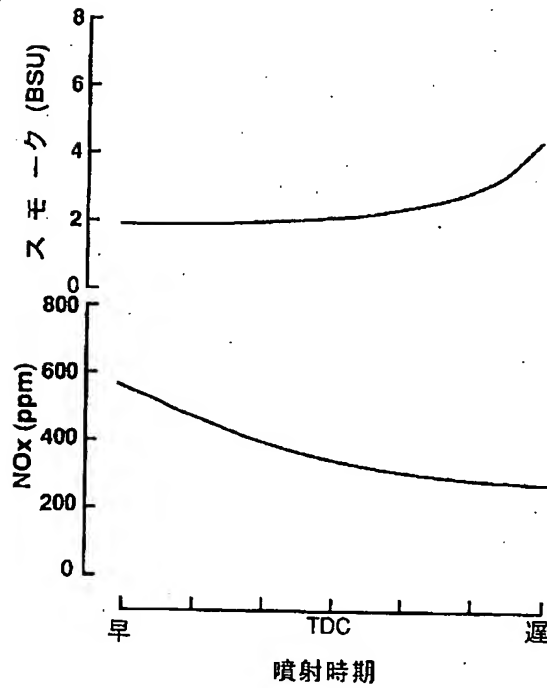
【図5】



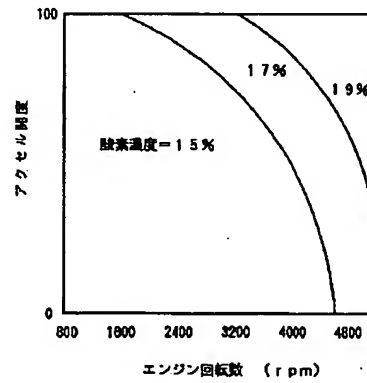
【図10】



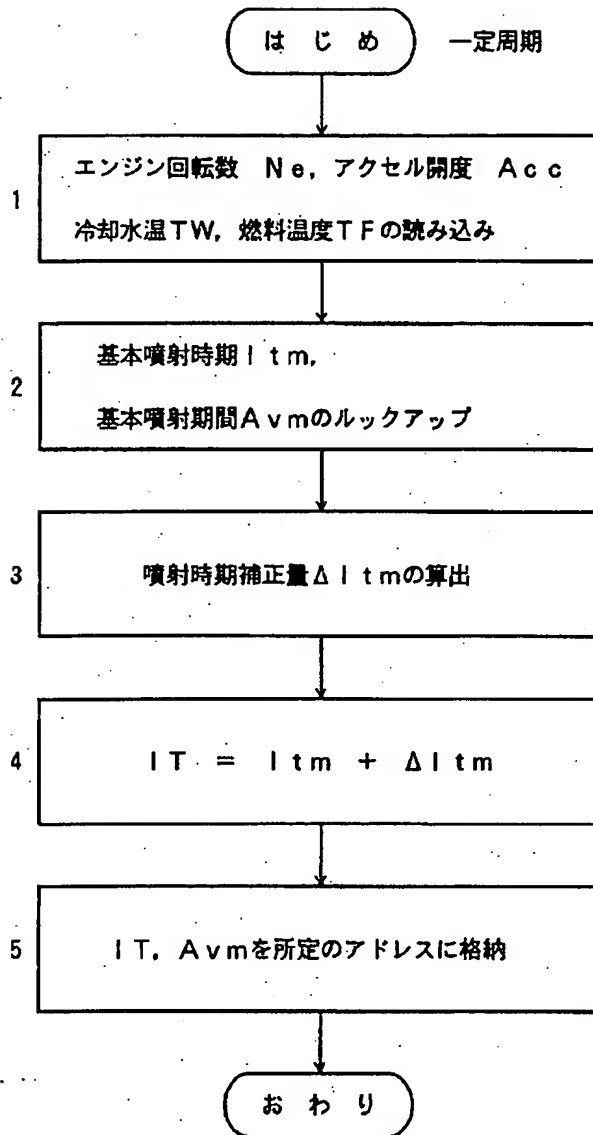
【図11】



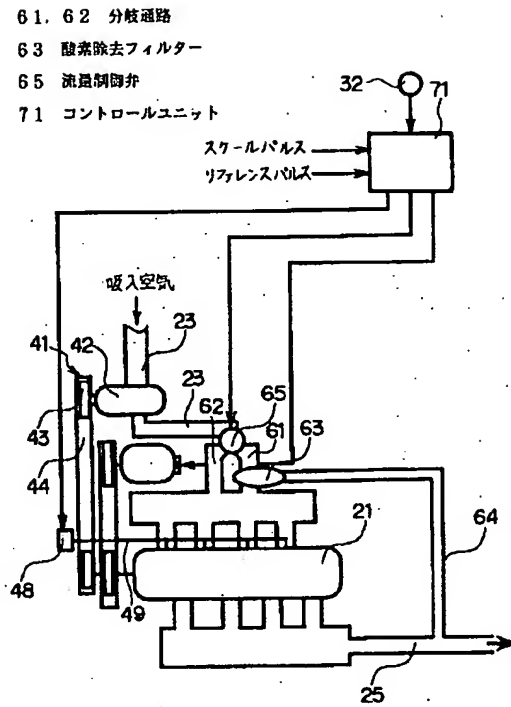
【図21】



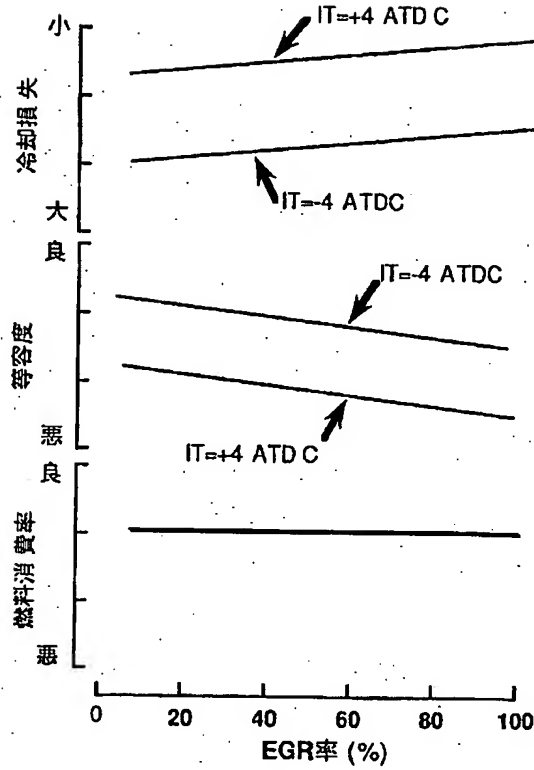
【図6】



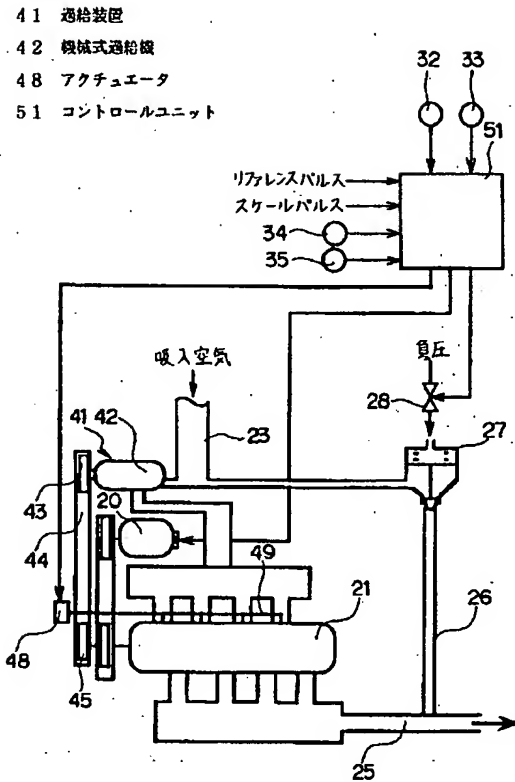
【図20】



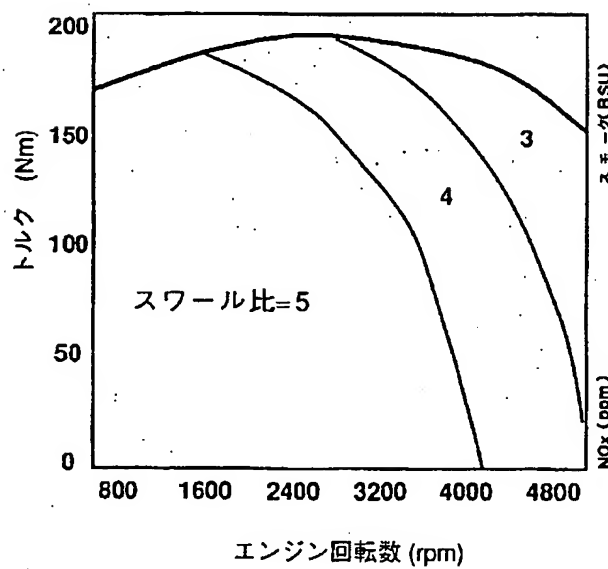
【図12】



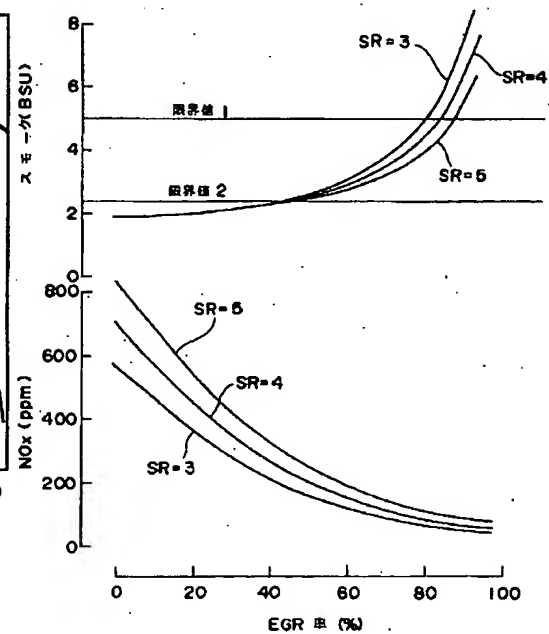
【図13】



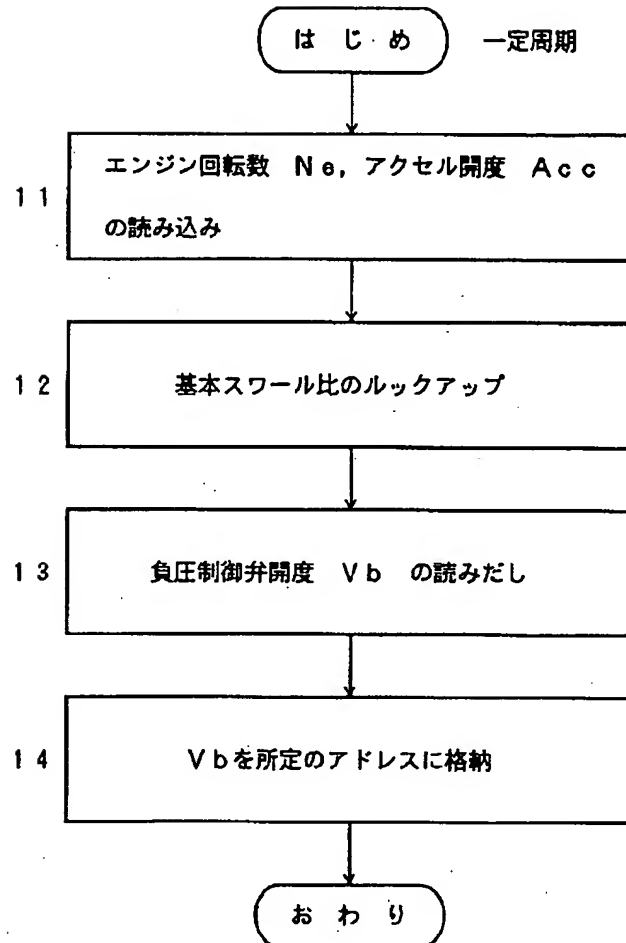
【図17】



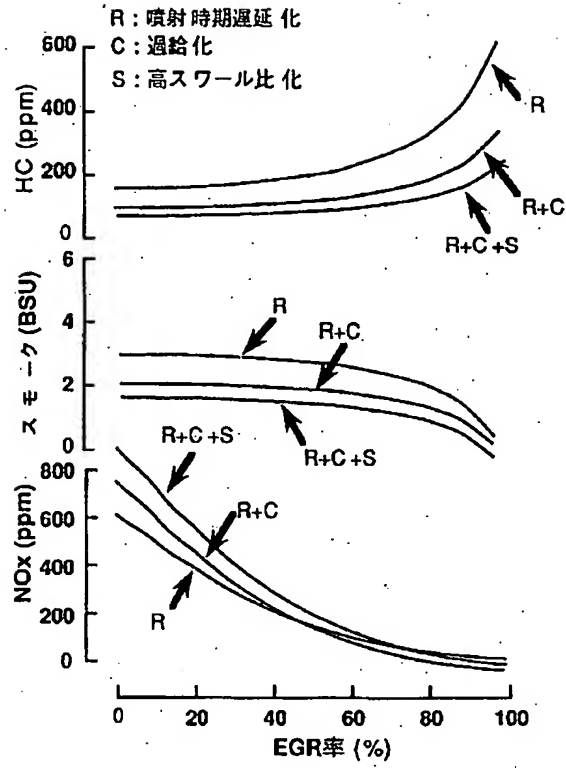
【図22】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

F 0 2 D 43/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

J

R

U

M

F 0 2 M 25/07

5 7 0 J

33/00

Z